

表示装置及び記録媒体

技術分野

本発明は、表示装置に係り、特に、電気泳動現象を利用した、電子泳動インクと呼ばれる電気泳動液体材料を用いた表示装置に関する。この表示装置は、電子ペーパー、或いは電子シートと呼ばれる記憶媒体でもある。

背景技術

液体中に分散した帯電粒子が電界印加により泳動する現象、すなわち電気泳動現象は従来から良く知られている。この現象の応用として、染料で着色した分散液に帯電した顔料微粒子を分散させ、これを一對の電極間に挟んで電界を加えると、帯電粒子はどちらか一方の電極に引き付けられることが知られており、これを表示体に応用しようとする試みがなされてきた(特許第900963号)。ここで、染料で着色した分散液に帯電粒子を分散させたものを Electrophoretic Ink(電気泳動インク)、又は Electrophoretic liquid material (電気泳動液体材料)と呼び、これを用いた表示体を電気泳動表示装置(EPD: Electrophoretic display)と呼んでいる。

帯電粒子には、その核として例えば TiO_2 (ルチル構造)が、またこの核を取り巻く被覆層として例えばポリエチレンが用いられる。溶媒としては、例えば四塩化エチレンとイソパラフィンにアントラキノン系染料を溶解した溶液が用いられる。帯電粒子と溶媒は互いに異なる色を有しており、例えば帯電粒子は白色で、溶媒は青色、赤色、緑色、又は黒色である。電極は少なくとも一方を透明電極とする。

電気泳動ディスプレイ中の電子泳動インク(以下、単に「電子インク」という。)に外部から電界を印加すると、帯電粒子が負に帯電している場合、電界の方向と

は逆の方向に帯電粒子が移動する。これにより、電子インクを見る一方の面は、すなわちディスプレイの表示面は溶媒の色か帯電粒子の色のどちらかに着色されたかの如く見える。従って、各画素面積内に位置する電子インクの帯電粒子の移動を画素毎に制御することで、表示面に文字・記号や画像等の表示情報を表現することが可能となる。

溶媒と帯電粒子はその比重がほぼ等しくなるように設定されているので、電界消失後も帯電粒子は電界印加時の位置を比較的長時間(例えば数分～20分位)、保持することができる。その為表示体に応用した場合、低消費電力化が期待できる。

また、前記EPDは、視野角がほぼ±90度と極めて広く、コントラストも高い。これに加え、EPDでは、観測者は結果として顔料或いは染料の色を見ることになるが、これは例えば透過型の液晶表示体において、バックライトである蛍光灯の光を見ているのと異なり、目に優しい色合いを実現できる。更に低コスト化も可能となる。

ところが実際には、前記顔料微粒子の凝集などにより信頼性が確保されず、長い間実用化できずにいた。しかし近年電子インクをマイクロカプセル内に充填することで、信頼性を向上できることが明らかになり、EPDが一躍脚光を浴びるようになった。

この電子インクを利用した具体的な表示体としては、論文「"44.3L: A Printed and Rollable Bistable Electronic Display", P. Drzaic et al., SID 98 DIGEST 1131」、及び、「"53.3: Microencapsulated Electrophoretic Rewritable Sheet", H. Kawai et al., SID 99 DIGEST 1102」が知られている。

前者は、ポリエステルフィルム上に、透明導体板、カプセル化した電子インク層、パターン化したシルバー又はグラファイトの導体層、及び絶縁フィルム層をこの順に順次印刷し、パターン化した導通層のアドレスを指定する為に、絶縁フィルム層にホールを開口しリードラインを設けた可撓性のある表示体を提案している。また後者は、マイクロカプセル化した電子インクを使って電気泳動に拠る書き換え可能なシート及びこのシート上への書き込み方法を提案している。

しかしながら、上述したEPDには未だ以下のような未解決の問題がある。すなわち、電子インクは、前述した如く、その溶媒と帯電粒子の比重を互いにほぼ等しくなるように設定することで、印加電界が消失した後においても帯電粒子は電界印加時の位置をかなりの時間保持することができる。即ちデータを保持するメモリとして機能する保持性を有するが、その時間は数分～数十分程度でしかない。この後は、帯電粒子の位置が溶媒中で動いてしまい、表示パターンの画質が徐々に劣化する。

また例えば液晶表示体等では、画面が変わる変わらないに係わらず、1秒間に60回程度のスピードで書き換えを行なっている。しかしこの駆動方法を用いたのでは、前述の電子インクにおける保持性を生かすことが出来ず、低消費電力化を実現することが出来ない。

また、電子インクが示す情報は基本的に2値（帯電粒子が移動することで表示面に現れる色が帯電粒子のものか溶媒のものかに拠る2値）であり、精細な階調を未だ十分には表現できずにいる。

本発明は液体材料の電気泳動現象を利用した表示装置において、電子インクによって表示される情報を維持する機能を保ちつつ、表示情報の画質の劣化を防止することを、第1の目的とする。

また本発明は、この種の表示装置において、表示内容を更新するときには必要

最小限の画素の表示内容のみを書き換えれば済むようにし、これにより低消費電力化を実現することを、第2の目的とする。

さらに本発明は、この種の表示装置において、精細な階調を表現できるようにすることを、第3の目的とする。

発明の開示

前記目的を達成するため、本発明は、粒子の分布状態により表示状態が規定される表示装置であって、粒子の分布状態を変化させるための第1の電圧を印加し、前記粒子の分布状態を維持するための第2の電圧を印加する駆動回路を有することを特徴とする。

この発明において、分布状態の維持は、所望の表示精度を得るために許容される偏差内にあればよく、換言すれば、帯電粒子の分布状態を実質的に維持できていれば、帯電粒子の分布位置を完全に固定できなくても良い。例えば、帯電粒子は分散させる液体と共にマイクロカプセル内に收容されている。帯電粒子は、単独種のものだけでなく、複数種が混合されたものでも良い。また、マイクロカプセル内に包まれるなど複合構造を備えたものでも良い。

本発明はさらに、帯電粒子を挟むように設けられ、帯電粒子に電圧を印加するための複数の走査電極及び複数のデータ電極が設けられていることを特徴とする。これは、所謂パッシブ型の電圧印加駆動方式に対応した構造である。

本発明はさらに、前記粒子が複数の領域に分割され、当該分割された領域毎に独立して電圧を印加するための複数の走査線及び複数のデータ線が設けられていることを特徴とする。これは、所謂アクティブ型の電圧印加駆動方式であり、例えば、画素をアレイ状に配列し、走査線及びデータ線のそれぞれの交差部にアクティブ素子であるスイッチング素子を設けたものである。スイッチング素子としては、半導体素子を適用可能であり、半導体素子は主として薄膜トランジスタで

ある。さらに、前記スイッチング素子 の他の例は二端子型非線形素子である。

上記第1及び第2の目的を達成するため、本発明は、スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を封入し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書込み回路とを備えた表示装置において、前記データ書込み回路によって書き込まれた各画素のデータを所定時間毎にリフレッシュするリフレッシュ回路を備えたことを特徴とする。

上記第1及び第2の目的を達成するために、他の本発明は、スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を充填したマイクロカプセルを配置し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書込み回路とを備えた表示装置において、前記データ書込み回路によって書き込まれた各画素のデータを所定時間毎にリフレッシュするリフレッシュ回路を備えたことを特徴とする。

上記第2の目的を達成するために、他の本発明は、スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を封入し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書込み回路とを備えた表示装置において、前記データ書込み回路は、前記スイッチング素子により構成され前記データの書込みをオン・オフするスイッチと、この前記スイッチング素子を制御するドライバとを備え、このドライバはデコード方式で駆動

するように構成されていることを特徴とする。

ここでスイッチング素子を制御するドライバとは、多くの場合画素部のデータラインに接続されるデータドライバとスキャンラインに接続されるスキャンドライバであり、データの書き込みは、データを書き換える画素のみを選択して書き換えることにより、低消費電力化を実現できる。

上記第2の目的を達成するために、他の本発明は、スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を充填したマイクロカプセルを配置し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書き込み回路とを備えた表示装置において、前記データ書き込み回路は、前記スイッチング素子により構成され前記データの書き込みをオン・オフするスイッチと、この前記スイッチング素子を制御するドライバとを備え、このドライバはデコーダ方式で駆動するように構成されていることを特徴とする。

ここでスイッチング素子を制御するドライバとは、多くの場合画素部のデータラインに接続されるデータドライバとスキャンラインに接続されるスキャンドライバであり、データの書き込みは、データを書き換える画素のみを選択して書き換えることにより、低消費電力化を実現できる。

上記第3の目的を達成するため、本発明は、スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を封入し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書き込み回路とを備えた表示装置において、一つの画素が複数のサブピクセルから構成されており、面積階調により階調を制御することを特徴とする。

上記第3の目的を達成するための、他の本発明としては、スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を充填したマイクロカプセルを配置し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書き込み回路とを備えた表示装置において、一つの画素が複数のサブピクセルから構成されており、面積階調により階調を制御することを特徴とする。

上記第3の目的を達成するための、他の本発明としては、スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を封入し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書き込み回路とを備えた表示装置において、前記帯電粒子は、その帯電電荷量が異なる複数種の帯電粒子から成ることを特徴とする。

これらの発明では、前記データ書き込み回路により印加される電圧値又は印加される時間の何れか一方、又は両方を制御して前記階調度を制御する。

上記第3の目的を達成するための、他の本発明としては、スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を充填したマイクロカプセルを配置し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書き込み回路とを備えた表示装置において、前記帯電粒子は、その帯電電荷量が異なる複数種の帯電粒子から成ることを特徴とする。

これらの発明では、前記データ書き込み回路により印加される電圧値又は印加さ

れる時間の何れか一方、又は両方を制御して前記階調度を制御する。

上記の発明において、スイッチング素子は移動度が高く、ドライバを内蔵し得ることから、低温プロセス poly-Si TFT であることが望ましい。また、コストの低減をし得ると言う点では、スイッチング素子のチャネル部が少なくとも有機膜で形成されていることを TFT が望ましい。

本発明において、リフレッシュ回路は、前記帯電粒子の分布を生じさせる画像や文字のデータを、必ずしも一旦クリア（消去）するものではない。すなわち、本発明の表示装置においては、画像を最初に表示する際に電圧を印加し、その後は、粒子と液体との比重がほぼ同一であり、電圧の印加を開放しても帯電粒子の分布状態が維持できることが利用されている。このような表示装置において、電圧を帯電粒子に印加した後の帯電粒子の分布状態の当初の分布状態を安定あるいは維持させることを目的として、定期的或いは不定期に画像データに基づいて電圧を印加さえすればよい。即ち、液晶表示装置で従来から行われているデータの消去と書き込みかなる「リフレッシュ」とは異なり、本発明では、データの消去を必ずしも必要としない。本発明の表示装置は、電子ペーパーとしての働きを持つことから、すなわち、画像データに応じて帯電粒子に電圧を印加した後、所定時間の間帯電粒子の分布に対応する画像や文字情報をそのまま表示できる機能を備えていることからいわゆる記録媒体にも相当するものである。少なくとも記録媒体となる表示部分と電圧印加回路を含む周辺回路からなる表示装置において、例えば、表示部分を周辺回路から取り外しても、自宅やオフィス等でこの電子ペーパーに表示された情報をユーザーは確認できる。さらに、例えば、車両のナビゲーションシステムに本発明を利用し、目的地の近くの駐車場に到着した時点で地図が表示されている部分（電子ペーパー）のみを周辺回路から取り外して、目的地までユーザーが歩行するという用途も可能となる。

図面の簡単な説明

図1：本発明を適用した表示装置としての電子ブックの外観を示す図。

図2：表示装置の電氣的ブロック構成を示す図。

図3：表示装置の表示体の画素部を形成するスイッチング素子の部分的な断面図。

図4：電子インク層の概念的構成及び電圧印加時の動作を説明する図。

図5：表示装置の表示体の概略構成を示すブロック図。

図6：画素部の周辺回路としてのデコーダ方式のデータドライバの概略構成を示すブロック図。

図7：画素部の周辺回路としてのデコーダ方式のスキンドライバの概略構成を示すブロック図。

図8：コントローラによる表示データの更新及びリフレッシュ動作を説明する概略フローチャート。

図9：面積階調法により4階調を実現する場合の画素部のレイアウト図。

図10：電子インク層の変形例に係る、電荷量の異なる帯電粒子を有するマイクロカプセルの概念図。

図11：スイッチング素子の変形例に係るカラー用の薄膜構造を示す部分断面図。

図12：本発明の表示装置におけるパッシブ駆動方式の概略図。

図13：着脱可能な表示体(電子ペーパー／記憶媒体)を持つ表示装置の側面図。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づき説明する。本実施形態に係る表示装置1は、図1に示すように、例えば電子ブック(「電子ペーパー」とも呼ぶ。)の形態を持っている。この表示装置1は、ブック形状のフレーム1Aと、このフレーム1Aに開閉可能なカバー1Bとを有する。フレーム1Aには、その表面に

表示面を露出させた状態で表示体 2 が 設けられ、さらに、操作部 3 が設けられている。フレーム 1 A の内部には、コントローラ 4、カウンタ 5、及びメモリ 6 も内蔵されている（図 2 参照）。

表示体 2 は、本実施形態では、電子インクをスイッチング素子に充填して形成した画素部 2 A と、この画素部 2 A と一体に備えられ且つ集積化された周辺回路 2 B とを備える。周辺回路 2 B には、後述するように、デコーダ方式のスクャンドライバ及びデータドライバを備える。

図 3 には、画素部 2 A の断面構造を示す。同図の様に基板 1 1 上に対向基板 1 2 が貼り付けられており、この対向基板 1 2 には共通電極 1 3 が形成されている。この共通電極 1 3 と画素電極 1 4 との間に電子インク層 1 5 が積層される。この画素電極 1 4 は、T F T 1 6 のドレイン電極 1 7 と直列に接続されており、この T F T 1 6 はスイッチの役割を果たしている。なお、この場合共通電極 1 3 と画素電極 1 4 の少なくともどちらか一方は透明電極からなり、透明電極側が表示面となる。

T F T 1 6 は、下地絶縁膜 1 8 上に形成されたソース層 1 9、チャンネル 2 0、およびドレイン層 2 1、これらの上に形成されたゲート絶縁膜 2 2、このゲート絶縁膜上に形成されたゲート電極 2 3、ソース層 1 9 上に形成されたソース電極 2 4、及びドレイン層 2 1 上に形成されたドレイン電極 1 7 を有する。これらの T F T 1 6 はさらに絶縁膜 2 5 及び絶縁膜 2 6 に順次覆われている。

電子インク層 1 5 は、図 4 に示す如く、光透過性を有する透明なバインダ 4 1 と、このバインダ 4 1 の内部に均一に且つ固定状態で分散させた複数のマイクロカプセル 4 2 とにより構成される。電子インク層 1 5 の厚さはマイクロカプセル 4 2 の外径（直径）の 1.5 ～ 2 倍程度である。バインダ 4 1 の材料はシリコン樹脂等が用いられる。マイクロカプセル 4 2 は、中空で球状の光透過性を有するカプセル本体 4 3 を有する。このカプセル本体 4 3 の内部には、液体（溶媒） 4

4が充填されており、この液体44に、負に帯電させた複数の帯電粒子45が分散されている。各帯電粒子45は、核45Aと、この核を被覆する被覆層45Bとで構成される。帯電粒子45及び液体44はそれらの色が相互に異なるように設定されている。一例として、帯電粒子45は白色で、液体44の色は青、赤、緑、又は黒といった具合である。各マイクロカプセル42において、液体44と帯電粒子45の比重は互いにほぼ等しい値に設定されている。

この状態でマイクロカプセル42に外部から電界が印加されると、帯電粒子45はマイクロカプセル42の内部で、前記電界の方向とは反対方向に移動する。この結果、いまの表示面が図3の上側面（すなわち対向基板側の面）であるとすると、帯電粒子45が図3において上側に移動した場合、液体44の色（例えば青、赤、緑、又は黒）を背景として浮き出る帯電粒子45の色（例えば白）が見えることになる（図4（B）参照）。反対に、電界印加に伴って帯電粒子45が図3において下側に移動した場合、液体44の色（例えば青、赤、緑、又は黒）のみが見えることになる（図4（C）参照）。

電界印加により、その電界方向とは反対方向に移動させられた帯電粒子45は、その比重が液体44とほぼ同じであるので、電界を消失させた後もその位置に長い時間留まろうとする。即ち保持性（メモリとして使用できる性質であり、以下メモリ性という）を有し、表示面に現れた帯電粒子45又は液体44の色は暫くの間（数分から数十分）保持されることになる。ここで電界の印加を画素毎に制御することで、その印加パターンに沿った情報が表示体2の表示面（図1参照）に表示されることになるが、その情報も比較的長時間保持される。

しかし、時間が経つに従い帯電粒子45も重力、振動などに因り自然に拡散されるので、情報を提示している表示面の画質も徐々に劣化し、情報を正確に表示できなくなる。そこで、本実施形態では、後述するようにリフレッシュ動作を定期的に行い、情報の提示を維持させるようにしている。

また、電界印加に拠る帯電粒子45の移動に伴う情報は、このままでは2値的な情報のみが提示される。すなわち、表示面に現れる色が帯電粒子45に拠るものか(例えば白色)、又は、液体44に拠るものか(例えば黒色)で決まる情報である。そこで本実施形態では、階調(グレースケール)を面積階調と呼ばれる手法で実現するように提案している。

次に、図5~7に基づき、画素部2Aと一体にIC化されて表示体2を成す周辺回路2Bを説明する。この周辺回路2Bは、図5に示す如く、画素部2Aの各データラインの両端に接続されたデータドライバ66、67と、画素部2Aの各スキャンラインの両端に接続されたスキャンドライバ68、69とから成る。データドライバ66、67の夫々は、図6に示す如く、9ビットデコーダ部71、レベルシフタ部72、バッファ及びANDゲートスイッチ部73、及びアナログサンプルホールドTFT部74を備える。デコーダ部71は3個のNANDゲート、1個のNORゲート、及び18本のアドレス信号ラインからなる。このデコーダ部71の出力端は8個のバッファに接続され、8本のデータラインに同時にアドレス信号を送る。このため、8個のアナログサンプルホールドTFTが同時に切り換えられ、8個のデータをホールドコンデンサに同時に転送させる。この構成はデータドライバ66、67の速度を低下させるのに適している。

一方、スキャンドライバ68、69の夫々は、図7に示す如く、10ビットデコーダ部81、インターレース交換回路部82、レベルシフタ部83、及び出力バッファ部84を備える。この構成は、2本のラインを同時にスキャンするモード及びノン・インターレーススキャンモードで図示されている。これらのスキャンモードでスキャンするには、インターレース交換回路部82で、制御信号A、B、Cを印加する構成を採る。このように2本のラインを同時にスキャンすることで、スキャンレートを上げることなく、垂直方向の解像度を高めることができる。1対のスキャンラインが同時に選択され、この組合せが2つの状態の間で交

換される。

このように、データドライバ66、67及びスキンドライバ68、69にデコード方式を用いているので、画素部2Aにおいて、電子インク層15の表示データを更新したい画素のみを書き換えれば済むことになる。これにより、消費電力の低減を実現することが可能となる。

(データ更新及びリフレッシュ動作)

いま、共通電極13に対して負極性で所定電圧値のパルスを書素電極14に印加したときには、マイクロカプセル42内の帯電粒子45の色である白色が表示面に現れ、一方、共通電極13に対して正極性で所定電圧値のパルスを書素電極14に印加したときには、液体45の黒色が表示面に現れるものとする。

図2に示すコントローラ4は、一定のフレームレート毎に、図8に示す割り込み処理を行う。この割り込み処理に入ると、最初に電子インク層15の表示データを更新すべきか否かを判断する(ステップS1)。この判断は例えば、電子ブックのページを捲る動作を読者が操作部3を介して行ったとき等に該当する。コントローラ4は、この判断がYESの場合、ステップS2の処理を行うが、NOの場合、ステップS2の処理はスキップする。

コントローラ4は、ステップS2において、更新するデータの内容をメモリ6から読み出し、これに沿った画素毎の書込みを電子インク層15に行うように指令する。

この場合には、コントローラ4は更新内容に合致した画素の画素電極14のみをデコード方式のドライバ66～69を介して選択し電圧(第1の電圧)を印加する。これにより、新たな更新データ内容を表示することができる。

このデータ更新処理において、コントローラ4は、階調を周知の面積階調の手法(例えば、論文「TFT-LEPD with Image Uniformity by Area Ratio Gray Scale」, M. Kimur

a e t a l., J)に基づき設定する (ステップS 2 A) ことができる。即ち、各画素をオン状態又はオフ状態のどちらかを採る複数のサブ画素で構成し、オン状態 (オフ状態) となっているサブ画素数によって、例えば薄い灰色、濃い灰色など、白色及び黒色との間のグレイスケール (階調度) を調整するものである。例えば図 9 は、面積階調法により 4 階調を実現する場合の画素部のレイアウト図である。各画素は面積が倍半分ことなる 2 つのサブ画素 (9 1, 9 2) で構成されている。ここで 1) 2 つのサブ画素 (9 1, 9 2) 共にオフ状態、2) 面積の小さいサブ画素 (9 1) のみがオン状態、3) 面積の大きいサブ画素 (9 2) のみがオン状態、4) 2 つのサブ画素 (9 1, 9 2) 共にオン状態の場合で、4 階調が実現できる。これにより、表示面に表示する内容が文字情報に限らず、絵柄なども良好に表現することが可能となる。

次いで、コントローラ 4 は、リフレッシュタイミングの到来か否かを、カウンタのカウント値に拠る時間計測で判断する (ステップ S 3)。このリフレッシュは、前述したように、電子インク層 1 5 のメモリ性が保持され得る設定時間が経過したときに、データ保持を継続させるために行う再書き込み動作である。このリフレッシュの設定時間は数分～数時間程度の間の適宜な時間である。このステップ S 3 の判断が N O、すなわちリフレッシュタイミングに達しないときには、その次のステップ S 4 の処理はスキップされる。反対に、ステップ S 3 の判断が Y E S となるときは、リフレッシュ動作を指令する (ステップ S 4)。

このリフレッシュは、例えば白色を表示している画素については、再度共通電極 1 3 に対して負極性の電圧パルス (第 2 の電圧) を選択的に印加し、マイクロカプセル 4 2 内の帯電粒子 4 5 を表示面側、すなわち図 3 の例では共通電極側に移動させ又は既にそのように移動している状態を保持させる。次いで、黒色を表示している画素については、その反対の正極性の電圧パルスを選択的に印加し、マイクロカプセル 4 2 内の帯電粒子 4 5 を表示面とは反対側、すなわち図 3 の例

では共通電極と反対側に移動させ又は既にそのように移動している状態を保持させる。これにより、リフレッシュ前には、帯電粒子45に拠って白色で表現されていた画素は引き続いて白い色で表現される一方で、液体44によって黒色で表現されていた画素は引き続いて黒い色で表現される。このとき、面積階調の手法によりグレイスケール表現されていた画素についても、そのサブ画素について同様にリフレッシュされるので、グレイスケール表現が維持される。なお、上述の例で言えば、白色表示と黒色表示に対するリフレッシュ動作のタイミングを異ならせてもよい。

以上の処理は、所定時間毎に繰り返して実行される。このように本実施形態の表示装置によれば、従来の電子インクを用いた表示体と異なり、メモリ性が消失する数分～数時間程度の時間が経過する前の適宜なタイミングで自動的に且つ定期的*にリフレッシュが掛かり、メモリ性が保持されて、表示パターンの画質も表示当初のまま保持される。すなわち、リフレッシュ動作に依って、表示情報がかすれて見難くなったり、消失するといった事態を防止し、電子ブックなどの表示装置として好適なものになる。

また、この表示装置により表示される情報は、従来のように2値情報のみではなく、面積階調方式によって2値情報の中間の階調度が表現されるので、精細な階調性が必要な表示情報にも好適な表示媒体を提供することができる。

さらに、スイッチング素子と一体に周辺のドライバをIC化して製造しているので、全体にコンパクトな素子に収まる。

また、そのドライバは、入力の組合せによって書き換える画素を指定することができるデコーダ方式を用いているので、必要のある画素のみを選択的に指定してデータ書換えを行えば十分であり、画素部の全ての画素を書き換える必要がない。このため、画素部の電子インク層のデータ書換えに要する消費電力を著しく低減させることができる。

さらに、この電子インクの採用によってコントラスト比の高い反射型表示装置を構成することができ、バックライトが不要な分、更に消費電力を減らすこともできる。

なお、本発明は上述した実施形態記載のものに限定されることなく、さらに、種々の形態に変更することができる。

その一つの形態として、図10にその概念的構成を示す如く、各マイクロカプセル42内の溶液44内に散在させる帯電粒子45として、その電荷量が異なる複数種類の帯電粒子45C、45D（例えば、一方の帯電粒子45Dの電荷量是他方のそれ45Cの2倍）を用いる。そして、データ書換え時には共通電極と各画素電極とに印加する直流電圧の印加時間及び／又は印加電圧値を適宜に変更する。電荷量の違いが帯電粒子45の移動時における速度等の挙動に反映し、これにより更に細かい階調度を表現することができる。

さらに別の形態は、上述の表示情報のモノクロ表現に代えて、カラー表現を可能にしたものである。これは、前述した図3に記載のスイッチング素子に代わるものとして、例えば図11に示すスイッチング素子を採用すればよい。具体的には、共通電極13及び画素電極14の間をバンク93で仕切り、電子インク層15をシアン色用の電子インク層15C、マゼンダ用の電子バンク層15M、及び黄色用の電子バンク層15Yを1組として、それらを適宜なパターンで画素部に配置した構成を採用して、各色の電子インク層の電圧印加状態を表示カラーパターンに沿って制御すればよい。

また、上記実施の形態では、所謂アクティブマトリクス駆動の主流とされている、スイッチング素子としてTFT素子を適用したが、MIM（Metal Insulator Metal）素子を利用してもよい。このMIM素子の特徴は、金属／絶縁膜／金属という積層構造とされ、急峻なしきい値を有する双方向のダイオード特性を示すことである。

さらに、上記アクティブマトリクス 駆動に限らず、所謂単純マトリクス駆動（パッシブマトリクス駆動）によって、画像表示を制御するようにしてもよい。

図1.2は、パッシブマトリクス駆動方式の基本的な構造を示している。このパッシブマトリクス駆動方式では、電子インク層15の一方の面側に設けられた走査電極100をパルスの順に順番に選択し、その走査電極100の選択時、各マイクロカプセル42（図4参照）に対応する信号電極（データ電極）102（電子インク層15の他方の面側）を選択して電圧を印加する。走査電極100の総数をNとした場合、1つの走査電極100には、画面表示期間の $1/N$ の時間だけしか電圧を印加することはできず、解像度に制限があるが、本実施の形態に表示装置1に適用することは十分に可能である。言い換えれば、一般的に知られている液晶表示装置の駆動方式は、全て適用可能であり、かつ液晶が常に電圧を駆動しているのに対し、本実施の形態の表示装置は、1度電圧をかければ、後は電圧の印加を解除しても画像が維持されるという液晶表示装置にはない効果を得ることができる。

従って、本実施の形態の駆動方式は、スタティック駆動（7セグメント等）、パッシブマトリクス駆動、アクティブマトリクス駆動の何れであってもよい。

さらに、表示体2を表示装置1のフレーム1Aに固定したが、図1.3に示される如く、表示体2をフレーム1Aから着脱できる構造としてもよい。表示体2は、非常に薄いシート状或いはペーパー状の記録媒体であり（電子ペーパー）、フレーム1Aに配設された2組の搬送ローラ対104、106に挟持されている。フレーム1Aには、矩形孔1Cが設けられ、透明ガラス板107が嵌めこまれている。また、フレーム1Aには、挿入／排出口108が設けられ、この挿入／排出口108から表示体2を引き出したり、差込んだりすることで着脱が可能となっている。なお、表示体2の挿入方向先端部には、端子部110が設けられ、フレーム1A内のソケット112に電氣的に接続されることで、フレーム1A内のコント

ローラ 4 と接続可能である。

このような着脱可能な表示体 2 によれば、かさばらずハンドリング性がよい
ため、例えば、目的地の近くで必要な地図を表示した表示体 2 のみを持ち歩くとい
った利用が可能である。

産業上の利用性

以上説明したように本発明によれば、電子インクを用いた表示装置において、
定期的且つ自動的なリフレッシュ動作により電子インクのメモリ性を維持し、表
示情報の画質の劣化を防止し、永続性のある表示装置を提供することができる。

また本発明は、電子インクを用いた表示装置において、表示内容を更新すると
ときには必要最小限の画素の表示内容のみを書き換えれば済み、これにより省電力
化を図った表示装置を提供することができる。

さらに本発明は、電子インクを用いた表示装置において、面積階調方式等によ
って、精細な階調を表現可能な表示装置を提供できる。

さらに、本発明は、電圧印加後記録媒体の電気泳動材料が記録媒体中を拡散し
て画像が維持できなくなるのを防ぐために、電気泳動材料の分布状態を維持して
画像を保つために所定の電圧を印加するという新規な技術的な創作を提供する。

特許請求の範囲

1. 粒子の分布状態により表示状態が規定される表示装置であって、粒子の分布状態を変化させるための第1の電圧を印加し、前記粒子の分布状態を維持するための第2の電圧を印加する駆動回路を有する表示装置。
2. 前記粒子は、当該粒子を分散させる液体と共にマイクロカプセル内に收容されている請求項1記載の表示装置。
3. 画素単位で前記粒子に電圧を印加するための複数の走査電極及びのデータ電極が設けられている請求項1又は請求項2記載の表示装置。
4. 前記粒子に画素単位で独立して電圧を印加するための複数の走査線及びデータ線が設けられている請求項1又は請求項2記載の表示装置。
5. 前記複数の走査線と複数のデータ線との交差部に対応して、スイッチング素子が配置されている請求項4記載の表示装置。
6. 前記スイッチング素子が半導体素子を備えてなる請求項5記載の表示装置。
7. 前記半導体素子が薄膜トランジスタである請求項6記載の表示装置。
8. 前記スイッチング素子が、二端子型非線形素子である請求項5記載の表示装置。

9. スイッチング素子及び当該スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を封入し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書込み回路とを備えた表示装置において、前記データ書込み回路によって書き込まれた各画素のデータを所定時間毎にリフレッシュするリフレッシュ回路を備える表示装置。

10. スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を充填したマイクロカプセルを配置し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書込み回路とを備えた表示装置において、前記データ書込み回路によって書き込まれた各画素のデータを所定時間毎にリフレッシュするリフレッシュ回路を備える表示装置。

11. スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を封入し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書込み回路とを備えた表示装置において、前記データ書込み回路は、前記スイッチング素子により構成され前記データの書込みをオン・オフするスイッチと、この前記スイッチング素子を制御するドライバとを備え、このドライバはデコーダ方式で駆動するように構成されている表示装置。

12. スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を充填したマイクロカプセルを配置し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間に、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書き込み回路とを備えた表示装置において、前記データ書き込み回路は、前記スイッチング素子により構成され前記データの書き込みをオン・オフするスイッチと、この前記スイッチング素子を制御するドライバとを備え、このドライバはデコード方式で駆動するように構成されている表示装置。

13. 請求項11又は12記載の表示装置において、前記ドライバは、前記スイッチング素子の画素部のデータラインに接続されるデータドライバ及びその画素部のスキャンラインに接続されるスキャンドライバである表示装置。

14. 請求項11又は請求項12記載の表示装置において、前記データの書き込みは、データを書き換える画素のみを選択して書き換える表示装置。

15. スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を封入し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間に、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書き込み回路とを備えた表示装置において、一つの画素が複数のサブピクセルから構成されており、面積階調により階調を制御する表示装置。

16. スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素

電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を充填したマイクロカプセルを配置し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書込み回路とを備えた表示装置において、一つの画素が複数のサブピクセルから構成されており、面積階調により階調を制御する表示装置。

17. スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を封入し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書込み回路とを備えた表示装置において、前記帯電粒子は、その帯電電荷量が異なる複数種の帯電粒子から成ることを特徴とする表示装置。

18. スイッチング素子、及び前記スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、帯電粒子を分散させた液体を充填したマイクロカプセルを配置し、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書込み回路とを備えた表示装置において、前記帯電粒子は、その帯電電荷量が異なる複数種の帯電粒子から成る表示装置。

19. 請求項17又は18記載の表示装置において、前記データ書込み回路により印加される電圧値、又は印加される時間の何れか一方又は両方を制御して前記階調度を制御する階調度設定手段をさらに有する表示装置。

20. 請求項9乃至請求項19のいずれか1項記載の表示装置において、前記スイッチング素子は低温プロセス poly-Si TFT である表示装置。

21. 請求項9乃至請求項20記載のいずれか1項記載の表示装置において、前記スイッチング素子はチャンネル部が少なくとも有機膜で形成されている表示装置。

22. 前記リフレッシュ回路は、前記各画素のデータに基づいて印加された電圧により移動した粒子の分布状態を実質的に維持するために、所定時間毎に前記各画素のデータに基づいて再度電圧を印加する回路を備える請求項9又は請求項10記載の表示装置。

23. 粒子の分布状態により表示状態が規定される記録媒体であって、粒子の分布状態を変化させるための第1の電圧と、前記粒子の分布状態を維持するための第2の電圧とを印加可能に構成されてなる記録媒体。

24. スwitching素子及び当該スイッチング素子に対応して配置された画素電極をアレイ状に配置したアクティブマトリックス基板と、対向基板との間に、前記粒子を分散させた液体を封入してなる請求項23記載の記録媒体において、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板の間で、画素毎に前記1の電圧を印加することにより前記帯電粒子を移動させ、データを書き込むデータ書き込み可能に構成されてなるとともに、前記駆動回路から前記第2の電圧の印加を受けて前記書き込まれた各画素のデータを所定時間毎にリフレッシュ可能に構成されてなる記憶媒体。

26. 前記一つの画素が複数のサブピクセルから構成されており、面積階調により階調を制御可能に構成されてなる請求項23乃至25のいずれか1項記載の記録媒体。

28. シート状記録媒体に記録させるための記録装置であって、前記シート状記録媒体を搬送し、かつ、固定するための複数のローラ対と、前記シート状記録媒体に書き換えの信号を供給するための信号供給源と、を有する記録装置。

29. シート状記録媒体に記録させるための記録装置であって、前記シート状記録媒体を搬送し、かつ、固定するための複数のローラ対と、コントローラと、前記コントローラと電氣的に接続された端子部と、を備え、前記端子部は前記シート状記録媒体と接続可能な位置に設けられている記録装置。

要約

電子インクを用いた表示装置において、電子インクのメモリとして保持できる機能する保持性を維持し、表示情報の画質の劣化を防止するとともに、表示内容を更新するときには必要最小限の画素の表示内容のみを書き換えれば済むようにする。帯電粒子を分散させた液体を充填したマイクロカプセルを配置した画素部 2 A を含むスイッチング素子と、画素部 2 A の画素毎に電圧を印加してデータを書き込むデータ書込み回路 (4、2 B) とを備えた表示装置 (1) である。書込み回路 (4、2 B) によって書き込まれた画素部 2 A の各画素のデータを所定時間毎にリフレッシュするリフレッシュ回路 (4) を備える。また、書込み回路 (4、2 B) は、スイッチング素子に内蔵され且つデータの書込みをオン・オフする T F T と、この T F T によるオン・オフを制御するドライバ (2 B) とを備え、ドライバ (2 B) をデコード方式で駆動する。